

SIRTET: UM JOGO SÉRIO PARA REABILITAÇÃO DO MEMBRO SUPERIOR DE PACIENTES COM ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL

SIRTET: A SERIOUS GAME FOR REHABILITATION OF THE UPPER LIMB OF STROKE PATIENTS

Recebido em: 06/12/2024

Reenviado em: 11/08/2024

Aceito em: 15/10/2024

Publicado em: 28/10/2024

Andressa Queiróz do Nascimento¹ 
Faculdade Guilherme Guimbala

Bianka Schmitt Custódio² 
Faculdade Guilherme Guimbala

Antonio Vinicius Soares³ 
Universidade da Região de Joinville e Faculdade

Fabrcio Noveletto⁴ 
Universidade do Estado de Santa Catarina

Fernando Luís Fischer Eichinger⁵ 
Universidade da Região de Joinville

Resumo: A hemiparesia é a principal manifestação clínica do Acidente Vascular Cerebral (AVC). O acometimento da extremidade superior resulta em importantes déficits funcionais, reduzindo a qualidade de vida. Assim, é necessário um tratamento eficaz para restabelecer a função dos membros superiores. O objetivo do estudo foi analisar os efeitos terapêuticos de um programa de exercícios utilizando um Jogo Sério (JS) desenvolvido para reabilitação de pacientes hemiparéticos por AVC, além de comparar estes efeitos aos obtidos com a fisioterapia convencional. Trata-se de um Ensaio Clínico Randomizado envolvendo 8 pacientes crônicos, idade $59,9 \pm 8,8$ anos. O Grupo Experimental (GE) recebeu tratamento para os membros superiores utilizando o JS SIRTET e o Grupo Controle (GC) com cinesioterapia convencional. O tratamento consistiu em 10 semanas com frequência de duas sessões semanais (totalizando 20 sessões). Foram avaliados: espasticidade, função motora do membro superior, força de preensão palmar, independência funcional, destreza manual e qualidade de vida. Ambos os grupos apresentaram melhoras, sendo os resultados do GE superiores nas variáveis função motora do membro superior e qualidade de vida. Portanto, o uso do JS foi útil no tratamento dos pacientes, sendo recomendada a utilização deste recurso de forma associada a fisioterapia convencional.

Palavras-chave: Hemiparesia; Membro Superior; Reabilitação; Jogos de Vídeo; Acidente Vascular Cerebral.

¹ Bacharel em Fisioterapia, egressa da Faculdade Guilherme Guimbala. Fisioterapeuta do Hospital da UNIMED. E-mail: andressaqn1@gmail.com

² Bacharel em Fisioterapia, egressa da Faculdade Guilherme Guimbala. Fisioterapeuta, Fisioterapeuta do Hospital da UNIMED. E-mail: biankaschmittcustodio@hotmail.com

³ Bacharel em Fisioterapia. Doutor em Ciências do Movimento Humano. Professor da Universidade da Região de Joinville e da Faculdade IELUSC. E-mail: provincius.soares@gmail.com

⁴ Bacharel em Engenharia Elétrica. Doutor em Engenharia Elétrica. Professor da Universidade do Estado de Santa Catarina e da Faculdade Guilherme Guimbala. E-mail: bitbasico@gmail.com

⁵ Bacharel em Fisioterapia. Mestre em Ciências do Movimento Humano e Doutorando em Saúde e Meio Ambiente. Professor da Universidade da Região de Joinville. E-mail: fernando_lfe@hotmail.com

Abstract: Hemiparesis is the main clinical manifestation of stroke. Affection of the upper extremity results in significant functional deficits, reducing quality of life. Thus, an effective treatment is necessary to restore upper limb function. The study aimed to analyze the therapeutic effects of an exercise program using a Serious Game (SG) developed for the rehabilitation of hemiparetic stroke patients, in addition to comparing these effects with those obtained through conventional physiotherapy. This was a Randomized Clinical Trial involving 8 chronic patients, aged 59.9 ± 8.8 years. The Experimental Group (EG) received upper limb treatment using the SIRTET SG, and the Control Group (CG) received conventional kinesiotherapy. The treatment consisted of 10 weeks with two weekly sessions (totaling 20 sessions). The following were assessed: spasticity, upper limb motor function, handgrip strength, functional independence, manual dexterity and quality of life. Both groups showed improvements, with the EG results being superior in the variables motor function of the upper limb and quality of life. Therefore, the use of SG was beneficial in treating patients, and the combined use of this resource with conventional physiotherapy is recommended.

Keyword: Hemiparesis; Upper Limb; Rehabilitation; Video Games; Stroke.

INTRODUÇÃO

O AVC é a segunda principal causa de morte no mundo, sendo responsável por mais de 6,5 milhões de óbitos em 2019 (FEIGIN *et al.*, 2022). No Brasil, foram constatados 97,132 casos em 2017 (MAMED *et al.*, 2019). Além das altas taxas de mortalidade, esta doença ainda é considerada como a principal causa de incapacidade física (FEIGIN; OWOLABI, 2023). A disfunção motora é um dos problemas mais identificados após a doença (EICHINGER *et al.*, 2020), sendo que a principal manifestação clínica é a hemiparesia, caracterizada pela perda parcial da força muscular no hemicorpo contralateral à lesão encefálica (NAJAFI *et al.*, 2018) que resulta em dificuldades do controle do movimento tanto no tronco quanto nos membros (WINSTEIN *et al.*, 2016).

Os membros superiores desempenham um papel fundamental na realização das atividades de vida diárias (AVDs) (ARAMAKI *et al.*, 2019), sendo que a maioria dessas atividades exigem o uso das duas mãos (VAN LIESHOUT *et al.*, 2020). Assim, existe uma preocupação importante com os déficits encontrados nos membros superiores de hemiparéticos pós-AVC, devido ao grande impacto funcional resultante disso (SUBRAMANIAN *et al.*, 2020). Já é conhecido que esses pacientes diminuem a utilização do membro parético, passando a realizar a maioria das atividades cotidianas com o membro superior contralateral, o que leva a um declínio ainda maior no controle motor (SANTOS *et al.*, 2020), comprometendo consequentemente a funcionalidade, a participação na sociedade e a qualidade de vida (VAN LIESHOUT *et al.*, 2020; MEKBIB *et al.*, 2020).

Há evidência de que apenas 5% a 20% dos hemiparéticos pós-AVC alcançam uma recuperação funcional completa do membro superior após 6 meses do evento (PARKER *et al.*, 2020). A grande maioria dos pacientes mantém déficits motores importantes do membro superior, que comprometem diferentes domínios da Classificação Internacional de

Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) como atividade e participação (APRILE *et al.*, 2020). Assim, entre os principais objetivos do tratamento do paciente pós-AVC estão o ganho de força muscular e a melhora da independência funcional, que podem ocasionar uma melhora da qualidade de vida (VAN LIESHOUT *et al.*, 2020).

O treinamento intensivo, a repetitividade e a prática orientada a tarefas são elementos fundamentais no processo de reabilitação destes pacientes (VEERBEEK *et al.*, 2014). Assim, diversos recursos têm sido utilizados no processo de reabilitação, principalmente na fase crônica da doença, entre eles: exercícios de fortalecimento muscular, terapia de restrição e indução do movimento, terapia do espelho, prática mental, estimulação elétrica neuromuscular, treinamento bilateral, terapia assistida por robô para a extremidade superior parética, entre outros (ERSOY; IYIGUN, 2020). Contudo, ainda existem alguns fatores limitantes associados à algumas técnicas utilizadas tradicionalmente.

Técnicas de reabilitação convencionais produzem resultados positivos ao longo do tempo (WINSTEIN *et al.*, 2016), incluindo a melhora dos déficits motores, contudo, o período prolongado de tratamento pós-AVC e a repetitividade dos exercícios realizados podem levar ao tédio e à desmotivação, por vezes resultando em abandono ao tratamento (EICHINGER *et al.*, 2020; NOVELETTO *et al.*, 2020). Desta forma, se faz necessária a utilização de outros recursos terapêuticos.

Nos últimos anos aumentou a utilização de tecnologias na reabilitação de hemiparéticos pós-AVC, especialmente para melhora da função motora (MINELLI *et al.*, 2022; NOROUZI GHEIDARI *et al.*, 2019; WINSTEIN *et al.*, 2016). A Realidade Virtual (RV) é um exemplo, consistindo em um ambiente simulado por computador que permite a interação do usuário com objetos e o ambiente virtual criado (MEKBIB *et al.*, 2020). Existe evidência de que sistemas de RV são capazes de fornecer maior intensidade de exercício para indução da neuroplasticidade, quando comparados aos métodos de reabilitação convencionais (AFSAR *et al.*, 2018).

No contexto das tecnologias de RV, estão os Jogos Sérios (JS), que são jogos digitais criados com um objetivo específico e que extrapolam a ideia do entretenimento, oferecendo uma experiência de treinamento de uma forma mais atrativa e motivacional (MUBIN *et al.*, 2022; DOUMAS *et al.*, 2021). JS possuem como diferencial a capacidade de customização, permitindo adaptar o jogo às limitações apresentadas pelo paciente. Desta forma, são mais viáveis e seguros do que os jogos comerciais frequentemente utilizados, que não são projetados para reabilitação, mas para entretenimento de pessoas saudáveis (EICHINGER *et al.*, 2020).

Utilizado como ferramenta para auxiliar na reabilitação dos membros superiores, os JS possibilitam o aumento da amplitude de movimento e da força muscular, favorecendo a melhora da capacidade funcional (LEE; PARK; PARK, 2019). Porém, ainda existem poucos estudos sobre aplicação de JS com hemiparéticos pós-AVC, especialmente comparando com outro tipo de intervenção.

Portanto, esta pesquisa tem como objetivo analisar os efeitos terapêuticos de um programa de exercícios utilizando um JS desenvolvido para reabilitação do membro superior de pacientes hemiparéticos por AVC, além de comparar esses efeitos com os obtidos por meio da fisioterapia convencional.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo trata-se de um Ensaio Clínico Randomizado (ECR) envolvendo oito pacientes hemiparéticos por AVC. Os critérios de inclusão foram: participantes clinicamente estáveis em fase crônica da doença e com faixa etária igual ou superior a 18 anos. Os critérios de exclusão foram: deficiência visual e/ou auditiva grave, não cooperativos e/ou com comprometimento cognitivo grave, pacientes que realizaram aplicação de toxina botulínica no membro superior nos últimos 3 meses, bem como aqueles que estavam realizando qualquer outro tipo de reabilitação para os membros superiores.

Para avaliação inicial e coleta de dados gerais dos pacientes, foi utilizada uma ficha cadastral elaborada pelos próprios pesquisadores, para obtenção de dados de identificação pessoal, sociodemográfico e informações clínicas. Este instrumento foi aplicado em forma de entrevista individual e em ambiente reservado. Após, foram realizadas avaliações com os instrumentos de medida específicos, descritos a seguir de acordo com os domínios da CIF, criada pela Organização Mundial da Saúde em 2004.

Em relação ao domínio função/estrutura corporal, alguns instrumentos foram utilizados. Destaca-se que o Mini Exame do Estado Mental (MEEM) foi utilizado apenas para triagem, avaliando o nível cognitivo dos pacientes participantes da pesquisa (BRUCKI *et al.*, 2003). A Escala de Ashworth Modificada (EAM), frequentemente utilizada em pacientes pós-AVC, verificou a presença e o grau de espasticidade dos músculos do membro superior (peitoral maior, bíceps braquial, flexores de punho e dedos). O score varia de 0 a 5, onde 0 equivale ao tônus normal e 5 ao pior quadro de aumento do tônus muscular, sendo visível uma rigidez e um padrão motor fixo em flexão ou extensão (ALVES *et al.*, 2023).

A Escala de Avaliação de Fugl-Meyer (EFM), um instrumento muito utilizado para a avaliação sensório-motora de hemiparéticos, avaliou o nível de comprometimento motor dos pacientes (PADOVANI *et al.*, 2013), aplicando-se apenas os testes correspondentes às seções de função motora do membro superior (motricidade reflexa, sinergia flexora e extensora, movimentos com e sem sinergia, atividade reflexa normal, controle de punho e de mão) e de coordenação e velocidade do membro superior (tremor, dismetria e velocidade). O escore máximo da extremidade superior na EFM é de 66 pontos (RECH *et al.*, 2019). A dinamometria foi utilizada para aferir a força de preensão palmar (FPP), utilizando-se um dinamômetro digital (marca DAYHOME®, modelo EH 101-37, com capacidade máxima de 90 kg e escala de 1 g), sendo que para este procedimento o paciente foi posicionado de acordo com as recomendações da Sociedade Americana de Terapeutas da Mão (SATM) (VANBELLINGEN *et al.*, 2017). A medição foi realizada em ambas as mãos, quatro vezes na avaliação e quatro vezes na reavaliação, sendo sempre utilizada a média como referência.

No domínio atividades, foram utilizados dois instrumentos. O Índice de Barthel Modificado (IBM) avaliou o nível de independência funcional dos pacientes, por meio de dez atividades básicas de vida diária, incluindo alimentação, banho, toalete, vestuário, controle de esfíncter anal e vesical, locomoção até o banheiro, transferência cama-cadeira, subir e descer escadas, mobilidade e deambulação (LEE *et al.*, 2020). A pontuação varia de 0 a 100, permitindo classificar os pacientes com: total dependência (abaixo de 20), moderada dependência (20-55), leve dependência (60-95) ou total independência (100) (SANTOS *et al.*, 2020).

Já o Teste de Caixa e Blocos (TCB) é um teste para avaliar a destreza manual, englobando força, rapidez e resistência (NOROUZI GHEIDARI *et al.*, 2019). Para realizar o teste é necessária uma caixa de madeira (53,7 cm de comprimento) com uma divisória mais alta que as bordas da caixa, separados em dois compartimentos dimensionais e 150 cubos (2,5 cm cada) (MENDES *et al.*, 2001). O TCB fundamentou-se em transportar a maior quantidade possível de blocos de um lado para o outro da caixa durante 1 minuto, através de um comando verbal, direcionando o paciente a realizar a tarefa o mais rápido possível (ALVES *et al.*, 2023). No estudo foram utilizados 70 blocos, sendo realizado o teste em ambos os lados, quatro vezes nas avaliações e quatro nas reavaliações.

Por fim, no domínio participação foram utilizados dois instrumentos. O Perfil de Saúde de Nottingham (PSN) trata-se de um instrumento para avaliação da percepção de qualidade de

vida, sendo um indicador simples da percepção do indivíduo em relação a sua saúde física, emocional e social. Consiste em um questionário de 38 itens, com respostas no formato sim/não, aplicado em forma de entrevista. Os itens estão organizados em seis categorias que englobam nível de energia, dor, reações emocionais, sono, interação social e habilidades físicas. Cada resposta “sim” corresponde a uma pontuação de 1 e cada resposta “não” corresponde a uma pontuação de 0, sendo a pontuação máxima 38 pontos. Quanto maior o escore, pior é a percepção de qualidade de vida do paciente (LENKULKUL *et al.*, 2022).

Também foi aplicada a Escala Likert de Percepção de Melhora (ELPM), que é composta por uma série de afirmações dentre as quais os participantes devem escolher uma resposta. Este instrumento serviu para avaliar a percepção de melhora dos pacientes após o término do programa de reabilitação de ambos os grupos, sendo aplicada no primeiro dia de reavaliação. Era realizada a seguinte pergunta: “Como você se sente em relação ao seu estado geral após o tratamento?”, após, o indivíduo era orientado a assinalar uma das 7 opções de respostas: 1) Muito melhor; 2) Melhor, significativo; 3) Um pouco melhor, porém não significativo; 4) Nenhuma mudança; 5) Um pouco pior, porém não significativo; 6) Significativamente pior; ou 7) Muito pior (ALVES *et al.*, 2023).

A aprovação deste estudo foi realizada pelo Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos do Hospital Dona Helena e está registrada sob o número 37354820.6.0000.8062 (CAAE). Todos os princípios éticos contidos na Declaração de Helsinki (2000) foram cumpridos.

Os participantes do estudo foram esclarecidos sobre os procedimentos de avaliação, assinando de forma voluntária o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), sendo então randomizados em dois grupos: Grupo Experimental (GE) e Grupo Controle (GC). O processo de randomização ocorreu por meio de um software gratuito de sorteios (Sorteador®). Duas avaliações foram realizadas antes do programa de reabilitação (pré-intervenção) e duas reavaliações ao final do programa (pós-intervenção). Todos os procedimentos foram realizados pelos mesmos examinadores em dias alternados, com intervalo mínimo de 24 horas.

Com exceção da ficha cadastral e do MEEM, utilizados apenas uma vez na avaliação pré-intervenção, e ainda o PSN e IBM utilizados apenas na primeira avaliação pré-intervenção e na primeira reavaliação pós-intervenção, todos os outros instrumentos de medida foram utilizados nas duas avaliações iniciais e nas duas reavaliações finais.

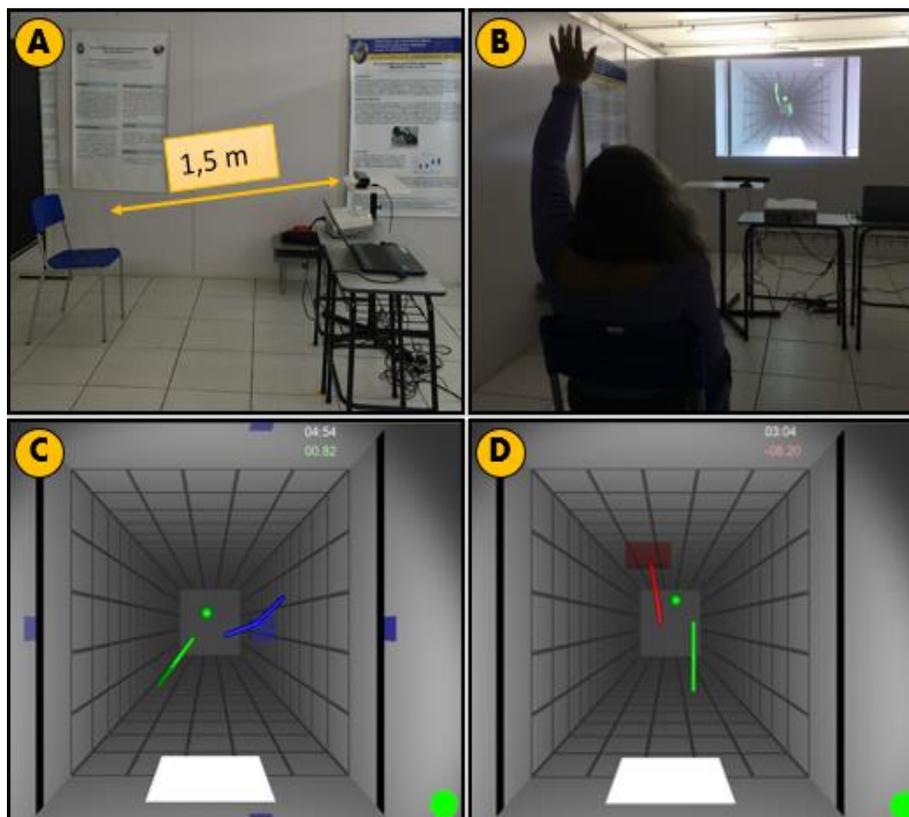
Após a fase de avaliação, pacientes de ambos os grupos passaram pelo mesmo período de tratamento, consistindo em um total de 20 sessões, divididas em 10 semanas com frequência de duas sessões semanais, com duração de aproximadamente 45 minutos, sendo sempre realizada de forma preventiva a aferição da pressão arterial e mensuração da frequência cardíaca (pré e pós-intervenção).

O GE foi submetido a um programa de reabilitação para os membros superiores utilizando o JS SIRTET. Cada sessão era iniciada com 15 minutos de mobilização passiva ou ativo-assistida do hemicorpo parético. Em seguida o paciente era conduzido até a sala do jogo, permanecendo sentado durante todo o procedimento, trabalhando os membros superiores. Eram realizadas 5 séries com duração de 5 minutos cada, totalizando um tempo de sessão de 45 minutos, com intervalo de 1 minuto entre cada série.

O JS SIRTET-K3D desenvolvido pelo *Laboratory of Research on Visual Applications* (LARVA) do Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), foi inspirado no clássico TETRIS, o que caracteriza seu nome invertido (ROSSITO *et al.*, 2015; ROSSITO *et al.*, 2014). Porém, ao invés de movimentar as peças para o fundo de um túnel para encaixá-las, no SIRTET as peças aparecem do fundo de um túnel e seguem em direção ao jogador que deve se movimentar para alcançar ou desviar conforme a cor dos objetos (ROSSITO, 2013).

Diante de uma câmera Kinect, com uma distância de detecção do jogador de 1,5 metros, o sensor detecta por meio de movimentos anteroposteriores do corpo, a calibração inicial do sistema de acordo com as características antropométricas de cada paciente. Avatar e cenário virtual são criados conforme as características obtidas durante essa calibração, indicando a customização do jogo (SOARES *et al.*, 2016; BOSSE *et al.*, 2015). Através de um túnel com objetos vindo em sua direção, o paciente alcança os objetos azuis e desvia dos objetos vermelhos, sendo a velocidade e o tamanho das peças adaptadas conforme os acertos, controlando assim a dificuldade do jogo (ROSSITO *et al.*, 2015; ROSSITO *et al.*, 2014). A Imagem 1 apresenta o *set* experimental e a tela do JS durante uma sessão de fisioterapia.

Imagem 1 – Set experimental e sessão de fisioterapia utilizando o JS SIRTET.



- A) Set experimental; B) Paciente durante uma sessão; C) Feedback visual fornecido pelo JS ao atingir o alvo (azul); D) Feedback visual fornecido pelo JS ao ser atingido pelo obstáculo (vermelho).

O GC foi submetido a um programa de reabilitação baseado em cinesioterapia convencional. Cada sessão foi composta por mobilização passiva ou ativo-assistida do hemicorpo parético, alongamento passivo ou ativo-assistido, exercício ativo ou ativo-assistido para fortalecimento muscular do membro superior, membro inferior e tronco, totalizando um tempo de sessão de 45 minutos.

Todos os testes e procedimentos foram realizados pelos pesquisadores no Núcleo de Pesquisas em Neuroreabilitação (NUPEN), anexo a Clínica de Reabilitação Neurológica da Faculdade Guilherme Guimbalá, Joinville, Santa Catarina, Brasil.

Os dados foram analisados utilizando o software SPSS - IBM, versão 20.0. Foi realizada estatística descritiva com média e desvio padrão (para dados paramétricos), bem como mediana, intervalo interquartil e distribuição de frequência (para dados não paramétricos), Teste de Shapiro-Wilk (verificação da normalidade dos dados), teste *t* de Student pareado e teste dos postos sinalizados de Wilcoxon (comparação intragrupo das variáveis no período pré e pós-intervenção, para dados paramétricos e não paramétricos, respectivamente). O tamanho de

efeito (TDE) foi calculado para complementar a análise dos efeitos clínicos da intervenção sobre cada variável. Para classificação do TDE dos dados paramétricos, foram considerados os seguintes valores: 0,8, 0,5 e 0,2 (grande, moderado e pequeno, respectivamente). Para os dados não paramétricos foram considerados: 0,5, 0,2 e 0,1 (grande, moderado e pequeno, respectivamente) (COHEN, 1988). Foi adotado um nível de significância de 5% para todos os testes.

RESULTADOS

Foram avaliados e tratados 8 pacientes hemiparéticos por AVC em fase crônica, todos do sexo masculino, com idade média de 59,9±8,8 anos. A Tabela 1 apresenta a caracterização geral dos participantes.

Tabela 1 – Caracterização geral dos pacientes do GE e do GC.

Variáveis	GE (n=4) ($\bar{x} \pm s$)	GC (n=4) ($\bar{x} \pm s$)	p-valor
Idade (anos completos)	57.8 ± 2.6	62.0 ± 12.8	0.539
Tempo de AVC (meses)	17.0 ± 6.7	32.0 ± 19.1	0.189
	Frequências (%)	Frequências (%)	
Sexo			
Masculino	4 (100)	4 (100)	----
Feminino	0 (0)	0 (0)	----
Lateralidade autorrelatada			
Destro	3 (75.0)	3 (75.0)	----
Sinistro (Canhoto)	1 (25.0)	1 (25.0)	----
Hemiparesia			
Direita	3 (75.0)	3 (75.0)	----
Esquerda	1 (25.0)	1 (25.0)	----

- GE: grupo experimental; GC: grupo controle; Dados expressos com média e desvio padrão ou com distribuição de frequências em valores absolutos e percentuais calculados em relação ao grupo (GE ou GC); p-valor calculado com o teste t independente. Nível de significância de 95% (p<0,05).

Não foram constatadas diferenças significativas com relação à idade e tempo de AVC entre o GE e o GC, tal achado é importante, pois mostra uma homogeneidade entre os grupos analisados. A Tabela 2 mostra os resultados dos testes de comparação intragrupo das variáveis estudadas.

Tabela 2 – Resultados dos testes de comparação intragrupo, das variáveis analisadas no período pré e pós-intervenção.

Variáveis	Pré	Pós	p-valor	TDE
Grupo Experimental (n=4)				
FPP (kgf) ^a	21.0 ± 12.1	24.0 ± 14.0	0.109	0.2
TCB ^a	31.1 ± 15.4	34.7 ± 17.6	0.193	0.2
EFM ^b	54.5 (32.0-57.5)	61.0 (49.8-62.0)	0.012	0.7
EAM-MS ^b	0.0 (0-6.4)	0.0 (0-4.9)	0.317	0.4
IBM ^b	100 (92.5-100)	100 (92.5-100)	1.000	0.0
PSN ^b	7.0 (4.3-10.5)	3.5 (0.8-8.5)	0.059	0.7
Grupo Controle (n=4)				
FPP (kgf) ^a	16.0 ± 5.1	18.4 ± 4.6	0.004	0.5
TCB ^a	19.0 ± 13.5	25.9 ± 16.2	0.015	0.5
EFM ^b	47.0 (30.3-54.0)	56.5 (36.3-64.3)	0.012	0.6
EAM-MS ^b	1.5 (0-4.5)	0.5 (0-3.3)	0.180	0.5
IBM ^b	92.5 (86.3-98.8)	95.0 (92.5-98.8)	0.317	0.4
PSN ^b	13.5 (5.3-24.0)	9.5 (4.5-21.3)	0.144	0.5

- ^a: dados expressos com média e desvio-padrão; ^b: dados expressos com mediana e intervalo interquartil; p-valor calculado com o teste t pareado (dados paramétricos) e teste de soma de postos de Wilcoxon (dados não paramétricos). Nível de significância de 95% (p<0,05); TDE: tamanho do efeito; FPP: força de prensão palmar; TCB: teste de caixa e blocos; EFM: escala de avaliação de Fugl-Meyer; EAM-MS: escala de Ashworth modificada (membro superior); IBM: índice de Barthel modificado; PSN: perfil de saúde de Nottingham; n: amostra total.

Nas análises de comparação intragrupo, destaca-se a melhora significativa e com grande TDE observada na variável avaliada com a EFM em ambos os grupos, sendo o efeito superior no grupo que realizou o treinamento com o JS (GE: 0.7 / GC: 0.6). Embora não tenham sido constatadas melhoras significativas na percepção de qualidade de vida avaliada com o PSN, o cálculo do TDE também apontou superioridade do GE em relação ao GC (0.7 / 0.5).

Com relação aos resultados obtidos com a aplicação da ELPM, é possível perceber que tanto os pacientes do GE quanto os do GC ficaram satisfeitos com os programas de reabilitação aplicados. Contudo, no GE a percepção de melhora foi mais evidente (dos 4 participantes, 3 responderam com a alternativa “Muito melhor” e 1 com a opção “Melhor, significativo”), quando comparado ao GC (dos 4 participantes, 2 responderam com a alternativa “Melhor, significativo” e 2 com a opção “Muito melhor”). Embora seja um dado subjetivo, sugere uma importante percepção de melhora por parte dos pacientes de ambos os grupos, o que é algo relevante.

DISCUSSÃO

Os JS podem ser considerados como ótimos recursos para a reabilitação, pois são capazes de envolver a aprendizagem e o treinamento motor do membro superior em hemiparéticos, de maneira dinâmica, possibilitando uma forma de tratamento eficaz e mais atrativa para o paciente (VAN LIESHOUT *et al.*, 2020). Entre as vantagens deste tipo de abordagem pode ser destacada a possibilidade de customização do jogo de acordo com o quadro do paciente e a variabilidade de estímulos em ambiente artificial, com utilização de biofeedback implícito no jogo (EICHINGER *et al.*, 2020; VAN LIESHOUT *et al.*, 2020; ARAMAKI *et al.*, 2019).

No presente estudo, as diferentes formas de tratamento utilizadas resultaram em melhoras para os pacientes, em diferentes variáveis. O GE que recebeu a intervenção baseada em um programa de exercícios com o JS apresentou melhoras superiores nas variáveis avaliadas com a EFM e o PSN. Já nas variáveis FPP, TCB, EAM e IBM, foram observadas melhoras superiores no GC, que recebeu um tratamento baseado em cinesioterapia convencional. Desta forma, é importante destacar que ambas as intervenções são capazes de promover melhoras em hemiparéticos pós-AVC.

Entre as várias manifestações clínicas do AVC, a espasticidade é um sintoma frequente que compromete a função e a estrutura corporal, levando a limitações de movimentos que interferem na realização das AVDs e, conseqüentemente, impacta sobre a qualidade de vida (WINSTEIN *et al.*, 2016). A EAM é capaz de avaliar a presença e o grau de espasticidade de diferentes grupos musculares (EICHINGER *et al.*, 2020). No presente estudo os resultados obtidos com a EAM-MS mostram um grande TDE no GC (0.5) e moderado no GE (0.4), demonstrando uma melhora superior nesta variável com o tratamento convencional.

Oh *et al.* (2019) ao realizarem um ECR com 31 pacientes para investigar a eficácia do treinamento com instrumentos reais em ambiente de RV para recuperação do membro superior pós-AVC, constataram que o GE apresentou efeitos terapêuticos superiores em diferentes variáveis, incluindo a espasticidade, quando comparado ao GC que recebeu tratamento convencional. Achados semelhantes foram apresentados no ECR de Levin *et al.* (2012), que comparou os efeitos da reabilitação por meio de RV com os efeitos do tratamento convencional, no membro superior de hemiparéticos por AVC em fase crônica. Esses autores apontaram que ambos os grupos apresentaram redução da espasticidade após o período experimental, porém, com superioridade no grupo que recebeu intervenção com RV.

Embora os achados diverjam dos encontrados na presente pesquisa, há evidência de que existe maior eficácia de tratamentos específicos (WINSTEIN *et al.*, 2016; LIEPERT, 2010). Nesse sentido, uma hipótese para explicar o efeito superior da terapia convencional em relação ao JS sobre a espasticidade, constatado no presente estudo, está relacionada basicamente com a especificidade do tratamento, pois enquanto o GC recebeu um treinamento que envolvia maior número de atividades de mobilização, alongamento e fortalecimento muscular, o GE realizava durante a sessão com o JS exercícios que trabalhavam de forma geral a mobilidade, na forma de alcance.

Os déficits motores são as principais causas de comprometimento pós-AVC, impactando diretamente na funcionalidade. A EFM é um instrumento amplamente utilizado na prática clínica para avaliar o déficit motor destes pacientes, sendo considerada uma escala de fácil aplicação e baixo custo (RECH *et al.*, 2019). O uso da RV na reabilitação neurológica vem surgindo como um método importante para promover a recuperação funcional de hemiparéticos pós-AVC, fornecendo benefícios adicionais em relação aos métodos de tratamento convencionais (LEE; PARK; PARK, 2019). Nesse sentido, há evidência de que o uso de videogames com RV dentro do processo de reabilitação de hemiparéticos por AVC é benéfico para recuperação motora do membro superior (ARAMAKI *et al.*, 2019).

Em nosso estudo foram evidenciados resultados superiores do GE (TDE=0.7) em relação ao GC (TDE=0.6) na variável avaliada com a EFM. Corroborando com esses achados, uma meta-análise envolvendo 20 ensaios clínicos randomizados, indicou que o tratamento com RV resulta em melhoras superiores sobre a recuperação motora do membro superior, quando comparado ao tratamento convencional (MEKBIB *et al.*, 2020). Da mesma forma, Chen *et al.* (2015) indicaram superioridade nos resultados obtidos com a reabilitação baseada na utilização de jogos, ao comparar o uso de videogames tradicionais com o tratamento convencional. Já os estudos de Afsar *et al.* (2018) e Kim (2018) indicam que ambas as formas de tratamento, convencional e com o uso de RV são eficazes e que não há superioridade de um desses tipos de intervenção em relação ao outro sobre a função motora do membro superior de pacientes hemiparéticos pós-AVC. Destaca-se que o uso associado de tratamentos convencionais com JS tendem a potencializar os efeitos da reabilitação.

A força muscular é fundamental para a coordenação motora, biomecânica, mobilidade física e manutenção postural, sendo estes de extrema importância para realização das AVDs (SANTOS *et al.*, 2020). Pacientes acometidos por AVC tem a fraqueza muscular como o

principal comprometimento, sendo que isso gera um grave impacto funcional (EICHINGER *et al.*, 2020), que afeta frequentemente o membro superior (MEKBIB *et al.*, 2020). Como resultado, existe a perda da independência do indivíduo para realização de atividades rotineiras, como por exemplo, higiene e alimentação (DOMINGUEZ TÉLLEZ *et al.*, 2020).

Com relação aos efeitos das intervenções sobre esta variável, destaca-se que no GC foram obtidos ganhos significativos e com moderado TDE (0.5) enquanto no GE não foram observadas diferenças significativas e o TDE foi pequeno (0.2). Estes resultados divergem dos apontados pelo estudo de Laver *et al.* (2017) que realizaram uma revisão sistemática incluindo 72 artigos e 2470 participantes. Os autores observaram que em 6 ensaios clínicos que compararam os efeitos de uma intervenção baseada em RV com os efeitos obtidos com a terapia convencional sobre a função manual, não foram encontradas diferenças significativas na eficácia das abordagens terapêuticas na função dos membros superiores ou na FPP. No presente estudo, são verificadas diferenças entre os grupos na variável FPP, sendo a melhora presente apenas no GC. Uma justificativa para esse achado é de que o JS SIRTET utilizado no tratamento do GE não é específico para recuperação da função manual, por este motivo não repercutiu em mudanças. A cinesioterapia convencional utilizada com o GC, em contrapartida, envolve exercícios mais específicos voltados para a função manual, especialmente de preensão.

É evidente que as variadas sequelas decorrentes de um AVC geram importantes impactos na funcionalidade, os quais são evidenciados por dificuldades na realização das AVDs⁸. Neste sentido, o IBM é capaz de avaliar o nível de independência e o grau de assistência exigido na realização de diferentes atividades cotidianas (LEE *et al.*, 2020). Destaca-se que este instrumento se enquadra no domínio atividades da CIF (BUCHIGNANI *et al.*, 2019). Os resultados do presente estudo indicam que embora não tenha sido observada melhora significativa na variável avaliada com o IBM, no GC foi constatado um moderado TDE (0.4). Cabe salientar que o GE não apresentava nenhum comprometimento na independência funcional avaliada com o IBM no período pré-intervenção, o que se manteve após o experimento, e o GC apresentava comprometimento leve nesta variável.

É importante destacar que nem todas as atividades avaliadas pelo IBM envolvem os membros superiores, algumas delas estão relacionadas com a marcha e com transferências, por exemplo. Assim, dependendo dos comprometimentos funcionais dos pacientes, não são esperados ganhos significativos com o treinamento específico para o membro superior nesta variável.

A perda de controle da extremidade superior é um comprometimento neurológico comum associado ao AVC (LEE; KIM; LEE, 2016). Os indivíduos acometidos geralmente apresentam dificuldades na execução de tarefas simples como alcançar, pinçar ou segurar objetos, o que afeta negativamente o desempenho das AVDs e a independência funcional (ASKIN *et al.*, 2018). A reabilitação baseada na recuperação da função motora do membro superior contribui para participação social e qualidade de vida (LEE; KIM; LEE, 2016), visto que a maioria das atividades cotidianas exige o desempenho bimanual (VAN LIESHOUT *et al.*, 2020).

O TCB consiste em um método simples e rápido para testar a destreza manual (NOROUZI GHEIDARI *et al.*, 2019)¹⁷. Em relação aos efeitos das intervenções nesta variável, destaca-se que no GC ocorreram melhoras significativas e com moderado TDE (0.5), diferentemente do GE onde não houveram diferenças significativas e o TDE revelou-se pequeno (0.2). Os achados aqui apresentados divergem da literatura. Um ensaio clínico randomizado envolvendo 35 pacientes com AVC em fase subaguda da doença, avaliou o efeito de um sistema de RV na função motora do membro superior, revelando melhoras significativas nas pontuações do TCB nos pacientes que receberam tratamento com a RV, sendo essas superiores às obtidas no grupo que recebeu tratamento baseado em terapia convencional (AFSAR *et al.*, 2018). Da mesma forma, o estudo de Oh *et al.* (2019) aponta superioridade do tratamento com o uso de RV.

No presente estudo, a hipótese levantada para justificar a superioridade nos efeitos do GC em relação ao GE está relacionada, assim como na variável FPP, com a especificidade do treinamento, visto que enquanto o JS SIRTET não é voltado para tarefas manuais que envolvem a destreza manual, os exercícios utilizados dentro do tratamento convencional englobam mais atividades que estimulam esta variável. Entre vários fatores, a especificidade do treinamento é um importante elemento para a promoção de neuroplasticidade, pois influencia na reorganização cortical (KIM; OH, 2020; ADAMS *et al.*, 2018). Corroborando, uma meta-análise que envolveu 467 ensaios clínicos randomizados concluiu que a eficácia das intervenções no tratamento pós-AVC é determinada pela especificidade do treinamento motor, além da repetição e intensidade da tarefa (VEERBEEK *et al.*, 2014).

A qualidade de vida e a aptidão em realizar as AVDs pós-AVC passam por um declínio considerável, tendo em vista que essa é uma das maiores causas de incapacidades (MEKBIB *et al.*, 2020; DOMINGUEZ TÉLLEZ *et al.*, 2020), as quais resultam em restrições na participação

social (LENKULKUL *et al.*, 2022). A avaliação da percepção de qualidade dos pacientes por meio do PSN, embora não tenha indicado resultados significativos, aponta um TDE grande para o GE (0.7) e moderado para o GC (0.5). Esses achados sugerem que caso o número de participantes fosse maior, estes dados poderiam se tornar significativos (LINDENAU; GUIMARÃES, 2012).

De acordo com uma revisão sistemática e meta-análise, que incluiu 15 ensaios clínicos, as intervenções com a RV geram potenciais benefícios na qualidade de vida, sugerindo que a melhora da funcionalidade do membro superior de maneira mais dinâmica leva a uma melhora das AVDs, da participação social e, conseqüentemente, da qualidade de vida (DOMINGUEZ TÉLLEZ *et al.*, 2020). Tais achados corroboram com os encontrados em nossa pesquisa, pois foram constatadas melhoras superiores no grupo que recebeu uma intervenção baseada no uso do JS SIRTET.

Em estudos experimentais, embora frequentemente sejam constatadas alterações estatisticamente significativas nas variáveis mensuradas após a intervenção proposta, nem sempre estas alterações possuem real importância e relevância clínica (COOK, 2008). Levando-se em consideração este aspecto, no presente estudo, a aplicação da ELPM buscou trazer uma informação valiosa sobre a percepção de melhora dos pacientes. Os resultados foram satisfatórios em ambos os grupos, porém, mais evidentes no GE. No GE, 75% dos participantes relataram a melhor percepção de melhora possível, em contrapartida no GC esse valor foi de 50%. Acredita-se que esta superioridade constatada possa ser explicada pelas diferentes intervenções utilizadas, onde novamente enfatiza-se o potencial do JS SIRTET como um atrativo para o processo de reabilitação, tornando uma sessão de fisioterapia algo muito mais prazeroso e motivador.

Sabe-se que a ELPM fornece um dado completamente subjetivo, que pode ser influenciado por variados fatores distintos. No entanto, aliando esses dados à relatos dos próprios pacientes, é possível realizar uma análise e interpretação mais precisa dos resultados obtidos após o experimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos efeitos terapêuticos das diferentes modalidades de tratamento utilizadas neste estudo indicou melhoras em diferentes variáveis para ambas as intervenções. Foi constatada melhora significativa na função motora do membro superior, com superioridade do

GE. Este achado indica que o JS é capaz de promover melhoras motoras, que tendem a impactar sobre a independência funcional, favorecendo uma maior qualidade de vida.

A combinação de diferentes técnicas e recursos contribui para um processo de reabilitação mais completo e dinâmico, por isso se faz necessária uma adequação do tratamento de acordo com o perfil do paciente. Neste sentido, JS são ferramentas valiosas por possibilitarem maior motivação para continuidade do tratamento.

Os resultados mostram que o JS SIRTET é um recurso útil e benéfico para a reabilitação do membro superior de pacientes hemiparéticos pós-AVC, podendo ser utilizado de forma associada à reabilitação convencional para potencialização dos resultados do tratamento.

A limitação do estudo refere-se ao pequeno número de pacientes. Desta forma, estudos futuros podem ser realizados com maior número de participantes, proporcionando um detalhamento maior do potencial terapêutico que esse recurso representa para essa população.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. J.; LICHTER, M. D.; ELLINGTON, A.; WHITE, M.; ARMSTEAD, K.; PATRIE, J. T.; et al. Virtual activities of daily living for recovery of upper extremity motor function. **IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering**, v. 26, n. 1, p. 252-260, 2018. DOI: 10.1109/TNSRE.2017.2771272.

AFSAR, S. I.; MIRZAYEV, I.; YEMISCI, O. U.; SARACGIL, S. N. C. Virtual Reality In Upper Extremity Rehabilitation Of Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. **Journal of Stroke & Cerebrovascular Diseases**, v. 27, n. 12, p. 1-6, 2018. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.08.007.

ALVES, A. J. M.; SOUZA, M. V.; NOVELETTO, F.; SOARES, A. V.; EICHINGER, F. L. F. Move Bit: Um Jogo Sério que Melhora a função Motora do Membro Superior de Hemiparéticos por AVC. **Revista Neurociências**, v. 31, p. 1-28, 2023. DOI: 10.34024/rnc.2023.v31.14682.

APRILE, I.; GERMANOTTA, M.; CRUCIANI, A.; LORETI, S.; PECCHIOLI, C.; CECCHI, F.; et al. Upper Limb Robotic Rehabilitation After Stroke: A Multicenter, Randomized Clinical Trial. **Journal of Neurologic Physical Therapy**, v. 44, n. 1, p. 3-14, 2020. DOI: 10.1097/NPT.0000000000000295.

ARAMAKI, A. L.; SAMPAIO, R. F.; CAVALCANTI, A.; DUTRA, F. C. M. S. Use of Client-Centered Virtual Reality in Rehabilitation After Stroke: a Feasibility Study. **Arquivos de Neuropsiquiatria**, v. 77, n. 4, p. 622-631, 2019. DOI: 10.1590/0004-282x20190103.

AŞKIN, A.; ATAR, E.; KOÇYIĞIT, H.; TOSUN, A. Effects Of Kinect-Based Virtual Reality Game Training On Upper Extremity Motor Recovery In Chronic Stroke. **Somatosensory & Motor Research**, v. 35, n. 1, p. 25-32, 2018. DOI: 10.1080/08990220.2018.1444599.

BOSSE, R.; NOVELETTO, F.; SOARES, A. V.; HOUNSELL, M. S. Wobu-Bble – Jogo SériO para Desenvolvimento do Equilíbrio Dinâmico para Pacientes com Hemiparesia. **SBGames**, p. 414-423, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/298045638_WoBu-Bble_Jogo_Serio_para_Developolvimento_do_Equilíbrio_Dinamico_para_Pacientes_com_He miparesia. Acesso em: 5 dez. 2023.

BRUCKI, S. M. D.; NITRINI, R.; CAMELLI, P.; BERTOLUCCI, P. H. F.; OKAMOTO, I. H. Sugestões para o uso do Mini-Exame do Estado Mental no Brasil. **Arquivos de Neuropsiquiatria**, v. 61, n. 3, p. 777-781, 2003. DOI: 10.1590/S0004-282X2003000500014.

BUCHIGNANI, B.; BEANI, E.; POMEROY, V.; IACONO, O.; SICOLA, E.; PERAZZA, S.; et al. Action Observation Training For Rehabilitation in Brain Injuries: A Systematic Review And Meta-Analysis. **BMC Neurology**, v. 19, n. 1, p. 344-359, 2019. DOI: 10.1186/s12883-019-1533-x.

CHEN, M. H.; HUANG, L. L.; LEE, C. F.; HSIEH, C. L.; LIN, Y. C.; LIU, H.; et al. A controlled pilot trial of two commercial video games for rehabilitation of arm function after stroke. **Clinical Rehabilitation**, v. 29, n. 7, p. 674-682, 2015. DOI: 10.1177/0269215514554115.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2. ed. Hillsdale: Erlbaum, 1988.

COOK, C. E. Clinimetrics corner: the minimal clinically important change score (MCID): a necessary pretense. **Journal of Manual & Manipulative Therapy**, v. 16, n. 4, p. 82-83, 2008. DOI: 10.1179/jmt.2008.16.4.82E.

DOMINGUEZ TÉLLEZ, P.; MORAL MUÑOZ, J. A.; SALAZAR, A.; CASADO FERNÁNDEZ, E.; LUCENA ANTÓN, D. Game-Based Virtual Reality Interventions To Improve Upper Limb Motor Function And Quality Of Life After Stroke: Systematic Review And Meta-Analysis. **Games for Health Journal**, v. 9, n. 1, p. 1-10, 2020. DOI: 10.1089/g4h.2019.0043.

DOUMAS, I.; EVERARD, G.; DEHEM, S.; LEJEUNE, T. Serious Games For Upper Limb Rehabilitation After Stroke: A Meta-Analysis. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, v. 18, n. 1, p. 100, 2021. DOI: 10.1186/s12984-021-00889-1.

EICHINGER, F. L. F.; SOARES, A. V.; NOVELETTO, F.; SAGAWA JÚNIOR, Y.; BERTEMES FILHO, P.; DOMENECH, S. C. Serious Game For Locomotor Rehabilitation Of Hemiparetic Stroke Patients. **Fisioterapia em Movimento**, v. 33, p. 15-25, 2020. DOI:10.1590/1980-5918.033.a016.

FEIGIN, V. L.; BRAININ, M.; LINDSAY, P.; NORRVING, B.; MARTINS, S.; SACCO, R. L. et al. World Stroke Organization (Wso): Global Stroke Fact Sheet 2022. **International Journal of Stroke**, v. 17, n. 1, p. 18-29, 2022. DOI: 10.1177/17474930211065917.

FEIGIN, V. L.; OWOLABI, M. O. Pragmatic Solutions To Reduce The Global Burden Of Stroke: A World Stroke Organization–*Lancet Neurology* Commission. **The Lancet Neurology**, Online ahead of print. 2023. DOI: 10.1016/S1474-4422(23)00277-6.

ERSOY, C.; IYIGUN, G. Boxing Training In Patients With Stroke Causes Improvement Of Upper Extremity, Balance, And Cognitive Functions But Should It Be Applied As Virtual Or Real? **Topics in Stroke Rehabilitation**, v. 28, n. 2, p. 1-15, 2020. DOI: 10.1080/10749357.2020.1783918.

KIM, J. H. Effects Of A Virtual Reality Video Game Exercise Program On Upper Extremity Function And Daily Living Activities In Stroke Patients. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 30, n. 12, p. 1408-1411, 2018. DOI: 10.1589/jpts.30.1408.

KIM, J. S.; OH, D. W. Use Of Real-Time Visual Feedback During Overground Walking Training On Gait Symmetry And Velocity In Patients With Post-Stroke Hemiparesis: Randomized Controlled, Single-Blind Study. **International Journal of Rehabilitation Research**, v. 43, n. 3, p. 247-254, 2020. DOI: 10.1097/MRR.0000000000000419.

LAVAR, K. E.; LANGE, B.; GEORGE, S.; DEUTSCH, J. E.; SAPOSNIK. G.; CROTTY M. Virtual Reality For Stroke Rehabilitation (REVIEW). **Cochrane Database Systematic Reviews**, v. 11, n. 11, p. 1-180. 2017. DOI: 10.1002/14651858.CD008349.pub4.

LEE, H. S.; PARK, Y. J.; PARK, S. W. The effects of virtual reality training on function in chronic stroke patients: a systematic review and meta-analysis. **BioMed Research International**, v. 2019, p. 1-12, 2019. DOI: 10.1155/2019/7595639.

LEE, S.; KIM, Y.; LEE, B. Effect of Virtual Reality-Based Bilateral Upper Extremity Training On Upper Extremity Function After Stroke: A Randomized Controlled Clinical Trial. **Occupational Therapy International**, v. 23, n. 4, p. 357-368, 2016. DOI: 10.1002/oti.1437.

LEE, S. Y.; KIM, D. Y.; SOHN, M. K.; LEE, J.; LEE, S.; SHIN, Y.; et al. Determining The Cut-Off Score For The Modified Barthel Index And The Modified Rankin Scale For Assessment Of Functional Independence And Residual Disability After Stroke. **PLoS ONE**, v. 15, n. 1, p. 1-11, 2020. DOI: 10.1371/journal.pone.0226324.

LENKULKUL, F.; FRANCO, G.; SOARES, A. V.; NOVELETTO, F.; DOMENECH, S.C.; EICHINGER, F. L. F. Serious game for rehabilitation of hemiparetic stroke patients: impact on quality of life. **Research, Society and Development Journal**, v. 11, n. 14, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i14.35976.

LEVIN, M. F.; SNIR, O.; LIEBERMANN, D. G.; WEINGARDEN, H.; WEISS, P. L. VIRTUAL REALITY VERSUS CONVENTIONAL TREATMENT OF REACHING ABILITY IN CHRONIC STROKE: CLINICAL FEASIBILITY STUDY. **Neurology and Therapy**, v. 1, n. 3, p. 1-15, 2012. DOI: 10.1007/s40120-012-0003-9.

LIEPERT, J. Evidence-based therapies for upper extremity dysfunction. **Current Opinion in Neurology**, v. 23, n. 6, p. 678-682, 2010. DOI: 10.1097/WCO.0b013e32833ff4c4.

LINDENAU, J. D.; GUIMARÃES, L. S. P. calculando o tamanho de efeito no SPSS. **Revista HCPA**, v. 32, n. 3, p. 363-381, 2012. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/hcpa/article/view/33160/22836>. Acesso em: 5 dez. 2023.

MAMED, S. N.; RAMOS, A. M. O.; ARAÚJO, V. E. M.; JESUS, W. S.; ISHITANI, L. H.; FRANÇA, E. B. Perfil dos óbitos por acidente vascular cerebral não especificado após investigação de códigos garbage em 60 cidades do Brasil, 2017. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 22, n. 3, p. 1-14, 2019. DOI: 10.1590/1980-549720190013.supl.3.

MEKBIB, D. B.; HAN, J.; ZHANG, L.; FANG, S.; JIANG, H.; ZHU, J.; et al. Virtual reality therapy for upper limb rehabilitation in patients with stroke: a meta-analysis of randomized clinical trials. **Brain Injury**, v. 34, n. 4, p. 456-465, 2020. DOI: 10.1080/02699052.2020.1725126.

MENDES, M. A.; TILBERY, C. P.; BALSIMELLI, S.; MOREIRA, M. A.; CRUZ, A. M. B. TESTE DE DESTREZA MANUAL DA CAIXA E BLOCOS EM INDIVÍDUOS NORMAIS E EM PACIENTES COM ESCLEROSE MÚLTIPLA. **Arquivos de Neuropsiquiatria**, v. 59, n. 4, p. 889-894, 2001. DOI: 10.1590/S0004-282X2001000600010.

MINELLI, C.; LUVIZUTTO, G. J.; CACHO, R. O.; NEVES, L. O.; MAGALHÃES, S. C. S. A.; PEDATELLA, M. T. A.; et al. Brazilian Practice Guidelines For Stroke Rehabilitation: Part Ii. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 80, n. 7, p. 741-758, 2022. DOI: 10.1055/s-0042-1757692.

MUBIN, O.; ALNAJJAR, F.; AL MAHMUD, A.; JISHTU, N.; ALSINGLAWI, B. Exploring serious games for stroke rehabilitation: a scoping review. **Disability and Rehabilitation: Assistive Technology**, v. 17, n. 2, p. 159-165, 2022. DOI: 10.1080/17483107.2020.1768309.

NAJAFI, Z.; REZAEITALAB, F.; YAGHUBI, M.; MANZARI, Z. S. The Effect Of Biofeedback On The Motor - Muscular Situation In Rehabilitation Of Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. **Journal of Caring Sciences**, v. 7, n. 2, p. 89-93, 2018. DOI: 10.15171/jcs.2018.014.

NOROUZI GHEIDARI, N.; HERNANDEZ, A.; ARCHAMBAULT, P. S.; HIGGINS, J.; POISSANT, L.; KAIRY, D. Feasibility, Safety And Efficacy Of A Virtual Reality Exergame System To Supplement Upper Extremity Rehabilitation Post-Stroke: A Pilot Randomized Clinical Trial And Proof Of Principle. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 1, p. 1-11, 2019. DOI: 10.3390/ijerph17010113.

NOVELETTO, F.; SOARES, A. V.; EICHINGER, F. L. F.; DOMENECH, S. C.; HOUNSELL, M. S.; BERTEMES FILHO, P. Biomedical serious game system for lower limb motor rehabilitation of hemiparetic stroke patients. **IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering**, v. 28, n. 6, p. 1481-1487, 2020. DOI: 10.1109/TNSRE.2020.2988362.

OH, Y. B.; KIM, G. W.; HAN, K. S.; WON, Y. H.; PARK, S. H.; SEO, J. H.; et al. Efficacy of virtual reality combined with real instrument training for patients with stroke: a randomized

controlled trial. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 100, n. 8, p. 1400-1408, 2019. DOI: 10.1016/j.apmr.2019.03.013.

PADOVANI, C.; PIRES, C. V. G.; FERREIRA, F. P. C.; BORIN, G.; FILIPPO, T. R. M.; IMAMURA, M.; et al. Aplicação das escalas fugl-meyer assessment e wolf motor function test na recuperação funcional do membro superior em pacientes pós-acidente vascular encefálico crônico: revisão de literatura. **Revista Acta Fisiátrica**, v. 20, n. 1, p. 42-49, 2013. DOI: 10.5935/0104-7795.20130008.

PARKER, J.; POWELL, L.; MAWSON, S. Effectiveness of upper limb wearable technology for improving activity and participation in adult stroke survivors: systematic review. **Journal of Medical Internet Research**, v. 22, n. 1, p. e15981, 2020. DOI: 10.2196/15981.

RECH, K. D.; SALAZAR, A. P.; MARCHESE, R. R.; SCHIFINO, G.; CIMOLIN, V.; PAGHUSSAT, A. S. Fugl-meyer assessment scores are related with kinematic measures in people with chronic hemiparesis after stroke. **Journal of Stroke & Cerebrovascular Diseases**, v. 29, n. 1, p. 1-8, 2019. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.104463.

ROSSITO, G. M. **SIRTET: um jogo sério para auxiliar no equilíbrio de idosos**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2013.

ROSSITO, G. M.; BERLIM, T. L.; HOUNSELL, M. S.; SOARES, A. V. SIRTET-K3D: a serious game for balance improvement on elderly people. **SBGames**, p. 601-604, 2014. Disponível em: <https://www.sbgames.org/sbgames2014/>. Acesso em: 5 dez. 2023.

ROSSITO, G. M.; BERLIM, T. L.; JUNIOR, S. A. P.; HOUNSELL, M. S.; SOARES, A. V. Designing, using and evaluating a serious game for balance improvement on elderly people. **SBGames**, p. 473-482, 2015. DOI: 10.13140/RG.2.1.2806.4089.

SANTOS, K. K. S.; PEREIRA, T. M. A.; RAMOS, M. C. A.; DAMASCENO, S. A. N.; MACÊDO, J. L. C.; AZIZI M.; et al. Facilitação neuromuscular proprioceptiva em pacientes com acidente cerebrovascular. **Revista Neurociências**, v. 28, p. 1-17, 2020. DOI: 10.34024/rnc.2020.v28.10248.

SANTOS, L. V.; EICHINGER, F. L. F.; NOVELETTO, F.; SOARES, A. V.; SILVA, H. E. Importância da Avaliação Funcional Respiratória e Motora em Pacientes Hemiparéticos por Acidente Vascular Cerebral. **Revista Neurociências**, v. 28, p. 1-22, 2020. DOI: 10.34024/rnc.2020.v28.10013.

SUBRAMANIAN, S. K.; CROSS, M. K.; HIRSCHHAUSER, C. S. Virtual reality interventions to enhance upper limb motor improvement after a stroke: commonly used types of platform and outcomes. **Disability and Rehabilitation: Assistive Technology**, v. 17, n. 1, p. 1-9, 2020. DOI: 10.1080/17483107.2020.1765422.

SOARES, A. V.; MOURA, C. R.; MARCELINO, E.; ROSSITO, G. M.; HOUNSELL, M. S.; BORGES JÚNIOR, N. G.; et al. Efeitos terapêuticos de um programa de exercícios utilizando

um jogo sério desenvolvido para reabilitação de idosos frágeis. **Revista Kairós Gerontologia**, v. 19, n. 4, p. 71-87, 2016. DOI: 10.23925/2176-901X.2016v19i4p71-87.

TEIXEIRA SALMELA, L. F.; MAGALHÃES, L. C.; SOUZA, A. C.; LIMA, M. C.; LIMA, R. C. M.; GOULART, F. Adaptação do perfil de saúde de nottingham: um instrumento simples de avaliação da qualidade de vida. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 20, n. 4, p. 905-914, 2004. DOI: 10.1590/S0102-311X2004000400004.

VAN LIESHOUT, E. C. C.; VAN DE PORT, I. G.; DIJKHUIZEN, R. M.; VISSER MEILY, J. M. A. Does Upper Limb Strength Play a Prominent Role in Health-Related Quality of Life in Stroke Patients Discharged From Inpatient Rehabilitation? **Topics in Stroke Rehabilitation**, v. 27, n. 7, p. 525-533, 2020. DOI: 10.1080/10749357.2020.1738662.

VANBELLINGEN, T.; FILIUS, S. J.; NYFFELER, T.; VAN WEGEN, E. E. H. Usability of Videogame-Based Dexterity Training in the Early Rehabilitation Phase of Stroke Patients: A Pilot Study. **Frontiers in Neurology**, v. 8, n. 654, p. 1-9, 2017. DOI: 10.3389/fneur.2017.00654.

VEERBEEK, J. M.; VAN WEGEN, E.; VAN PEPPEN, R.; VAN DER WEES, P. J.; HENDRIKS, E.; RIETBERG, M.; et al. What is the Evidence for Physical Therapy Poststroke? A Systematic Review And Meta-Analysis. **PLoS ONE**, v. 9, n. 2, p. 1-33, 2014. DOI: 10.1371/journal.pone.0087987.

WINSTEIN, C. J.; STEIN, J.; ARENA, R.; BATES, B.; CHERNEY, L. R.; CRAMER, S. C.; et al. Guidelines for Adult Stroke Rehabilitation and Recovery. **Stroke**, v. 47, n. 6, p. 98-169, 2016. DOI: 10.1161/STR.0000000000000098.